

УДК 656.11

І.К.ШАША, канд. техн. наук

Харківський національний університет внутрішніх справ

Л.І.ШАША

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Г.І.ФЕСЕНКО

Українська інженерно-педагогічна академія, м.Харків

РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Розглядається проблема безпеки дорожнього руху за допомогою інтегральних критеріїв функціонування автотранспортної системи „автотранспортний засіб - водій - навколишнє середовище”. Оцінку ефективності функціонування системи пропонується проводити з використанням імовірнісних показників виконання транспортної роботи та їх допускових значень.

В останні роки в Україні значно зросла кількість і тяжкість дорожньо-транспортних пригод. Безпека дорожнього руху (БДР) є одним з основних інтегральних критеріїв функціонування автотранспортної системи, елементами якої є комплекси „автотранспортний засіб (АТЗ) - водій (В) - навколишнє середовище (НС)” як засоби для вирішення транспортних задач. Кожний АТЗ, виконуючи заплановану транспортну задачу є, з одного боку, джерелом створення ефекту від функціонування автотранспортної системи, а з іншого – об’єктом, що формує ризик зниження рівня БДР. Розглядаючи таким чином кожний комплекс „АТЗ-В-НС” як учасника дорожнього руху, доцільно виробити критерій його ефективності, який міг би об’єднати дві зазначені вище властивості такого комплексу. Критерій, що розробляється, повинен дозволити оцінити кожний комплекс „АТЗ-В-НС”, що виконує покладену на нього транспортну задачу як структурний елемент автотранспортної системи, що має деякий рівень надійності та забезпечує функціонування цієї системи.

Комплексною характеристикою будь-якої технічної системи є її ефективність як міра доцільності варіантів її рішень, пристосованих до умов експлуатації. Ефективність функціонування системи – її властивість виконувати покладені на неї функції із заданим рівнем якості протягом встановленого для неї періоду експлуатації. Ефективність функціонування системи визначається сукупністю її властивостей, закладених при проектуванні і виготовленні та підтримуваних у процесі експлуатації.

На думку багатьох науковців, оцінка ефективності систем мусить проводитися за прийнятими для них критеріями і показниками, які повинні відображати мету функціонування цих систем або їх специфічні

особливості [1, 2]. Для складних технічних систем у даний час розроблено достатню кількість критеріїв і показників ефективності, що враховують їх багатофункціональність, надмірність та інші специфічні властивості і характеристики. Однак у більшості випадків запропоновані критерії ефективності можуть бути вдало запропоновані для систем, де в контурі управління і контролю відсутній оператор (або його функції обмежені), обмежені умови експлуатації, а самі ці системи в процесі експлуатації можуть бути модернізовані за рахунок застосування різних варіантів їхньої апаратурної реалізації [3].

У даній роботі критерій ефективності розробляється для комплексу „АТЗ-В-НС”, що за своєю природою є складним, багатофункціональним та ергатичним. Функціонування такого комплексу відбувається в умовах впливу збурюючих чинників з боку НС. Для таких чинників вносять зміни в значення параметрів і характеристик комплексу. Водій, який за своїми функціями в складі комплексу є елементом управління, здатний як парировати збурення, що виникають у процесі виконання транспортної задачі, так і внести помилки в процес управління АТЗ. Сам АТЗ, який за своєю природою є суто технічною системою, має деякий визначений рівень технічної надійності і залежно від свого поточного технічного стану впливає на рівень БДР. Таким чином, розглянутий комплекс „АТЗ-В-НС” у процесі свого функціонування характеризується мінливістю значень параметрів, що носить випадковий характер, і невизначеністю станів його елементів. У таких умовах точно виробити оцінку якості функціонування комплексу та вказати значення його характеристик, які задовольняють встановленому рівневі БДР, є складною для розв’язання задачею. Враховуючи відмічене, оцінку ефективності функціонування комплексу „АТЗ-В-НС” необхідно проводити з використанням імовірнісних показників та їх допускових значень.

Застосування аналітичних або експериментальних методів оцінки ефективності в умовах багатофакторності і невизначеності процесу розв’язання поставленої задачі вимагає прийняття конкретних рішень. Отже, необхідно вибрати один або кілька критеріїв ефективності, які мають властивість репрезентативності. При розв’язанні оптимізаційних задач дослідження ефективності комплексів „АТЗ-В-НС” як обмеження можуть бути обрані деякі технічні або економічні характеристики їхнього функціонування.

Для того, щоб вирішити поставлену задачу розробки критерію ефективності функціонування комплексу „АТЗ-В-НС” як учасника дорожнього руху та основної ланки, яка визначає рівень його безпеки, запропонуємо спочатку показник, за яким можна оцінити властивості

цього елемента автотранспортної системи з точки зору надійності. Для цього скористаємося поняттям успішного виконання транспортної задачі АТЗ. Дане поняття визначає реалізацію покладеної на АТЗ транспортної задачі протягом виконання одного рейса як успішну за умови відсутності виникнення в ході цього рейса особливих дорожніх ситуацій. Ймовірність успішного виконання транспортної задачі $P_{увз}$ є кількісною мірою зазначеної властивості комплексу „АТЗ-В-НС” і характеризує надійність АТЗ і водія як його елементів, а також ймовірність впливу на цей комплекс чинників навколишнього середовища протягом рейса. Математичний вираз для ймовірності можна представити так:

$$c = P_{атз}(t) \cdot P_{в}(t) \cdot P_{нс}(t), \quad (1)$$

де $P_{атз}(t)$, $P_{в}(t)$, $P_{нс}(t)$ – відповідно ймовірності: безвідмовної роботи АТЗ як технічної системи; прийняття правильних рішень і їхньої реалізації водієм при управлінні АТЗ; відсутності впливу небезпечних зовнішніх факторів з боку НС під час виконання рейса. Часова залежність (t) надійнісних властивостей комплексу підкреслює можливість виникнення особливих дорожніх ситуацій на всіх етапах виконання рейсу.

Як бачимо, комплексний показник надійності функціонування комплексу „АТЗ-В-НС” $P_{увз}(t)$ об’єднує характеристики надійності технічної частини комплексу, його оператора, а також показник небезпеки впливу на нього навколишнього середовища.

На безпеку функціонування комплексу „АТЗ-В-НС”, що характеризується показником $P_{увз}(t)$, впливають умови його експлуатації (очікувані та екстремальні), а також чинники, які обумовлені множиною його різних властивостей і вимог до правил функціонування та використання. До зазначеної сукупності властивостей і характеристик комплексу можна віднести: початковий рівень надійності АТЗ і його залишковий ресурс, характеристики живучості АТЗ, рівень професійної підготовки водія, його функціональний стан і патолофізіологічне навантаження на нього в процесі управління АТЗ тощо [4].

Сформувавши вказаним чином показник надійності автотранспортного комплексу „АТЗ-В-НС” скористаємося поняттям вихідного ефекту від його функціонування. Вихідний ефект визначається як оцінюваний результат функціонування об’єкта, що виконує покладену на нього задачу. Вихідний ефект є функцією стану, в якому знаходиться об’єкт у процесі виконання задачі [5]. Математичні моделі можливих

варіантів функціонування систем пропонується розділити на чотири класи:

- двопозиційні моделі системи з раптовими відмовленнями, коли її стани i , відповідно, вихідні ефекти приймають значення 0 або 1 (під 0 розуміють стан системи, яка відмовила, i , відповідно, ефект від її функціонування в такому стані відсутній, а під 1 – справний стан системи і запланований для її функціонування вихідний ефект);
- двопозиційні моделі системи з поступовим розвитком відмовлень, коли її вихідний ефект має значення 0 або 1, а стани можуть приймати будь-які значення в інтервалі $\{0; 1\}$;
- багатопозиційні моделі системи, множина значень вихідних ефектів якої знаходиться в інтервалі значень $\{0; 1\}$, а стани можуть приймати значення 0 або 1;
- багатопозиційні моделі системи, для якої множина значень її вихідних ефектів і множина її станів можуть приймати будь-які значення в інтервалі $\{0; 1\}$.

Далі будемо розглядати останній варіант наведених вище моделей, співвідносячи можливі значення виробленого критерію надійності $P_{увз}(t)$ комплексу „АТЗ-В-НС” з його вихідними ефектами. Як один з можливих варіантів показників вихідного ефекту комплексу будемо розглядати економічний показник Φ доходу, що приносить експлуатація АТЗ при рішенні певної транспортної задачі. З огляду на те, що низький рівень надійності за показником $P_{увз}(t)$ при виконанні транспортної задачі може призвести до виникнення аварійної або навіть катастрофічної дорожньої ситуації, що супроводжується матеріальним збитком і людськими жертвами, відносно значення вихідного ефекту для обраного типу моделі варто розглядати в інтервалі $\{-1; 1\}$.

Для формування і подальшого дослідження ефективності функціонування запропонованого комплексу „АТЗ-В-НС” необхідно виконати ще одну процедуру, а саме – ранжувати інтервал зміни значень критерію надійності $P_{увз}(t)$ за рівнями вихідних ефектів Φ_i .

Розв’язання зазначеної задачі доцільно шукати у вигляді:

$$\begin{aligned}
 \{P_{увз,1}; P_{увз,2}\} &\Rightarrow H_1 \Rightarrow \Phi_1; \\
 \{P_{увз,3}; P_{увз,4}\} &\Rightarrow H_2 \Rightarrow \Phi_2; \\
 \{P_{увз,i-1}; P_{увз,i}\} &\Rightarrow H_i \Rightarrow \Phi_i; \\
 \{P_{увз,n-1}; P_{увз,n}\} &\Rightarrow H_n \Rightarrow \Phi_n,
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

де $\{P_{увз,i-1}; P_{увз,i}\}$ – інтервал значень критерію надійності $P_{увз}(t)$ комплексу „АТЗ-В-НС”, що обумовлює імовірність створення АТЗ дорожньої ситуації H_i i -ї категорії складності; Φ_i – вихідний ефект від експлуатації АТЗ, здатного створити дорожню ситуацію H_i .

Якщо вказана вище процедура виконана, то критерій ефективності E функціонування комплексу „АТЗ-В-НС”, що виконує одну транспортну задачу, має вигляд:

$$E = \sum_i^n P_{увз}(H_i) \cdot \Phi_i, \quad (3)$$

де $P_{увз}(H_i)$ – імовірність успішного виконання транспортної задачі АТЗ, що відповідає можливості створення цим засобом дорожньої ситуації i -ї категорії складності; n – число розглянутих категорій дорожніх ситуацій.

Ефективність E комплексу „АТЗ-В-НС”, що виконує k транспортних задач, можна подати у вигляді:

$$E = \sum_j^k \sum_i^n P_j \cdot P_{увз}(H_i) \cdot P_j(A/H_i), \quad (4)$$

де P_j – імовірність виконання АТЗ j -ї транспортної задачі, ($j = \overline{1, k}$); $P_{увз}(H_i)$ – імовірність успішного виконання транспортної задачі АТЗ, що відповідає можливості створення цим засобом дорожньої ситуації H_i $i = \overline{1, n}$; $P_j(A/H_i)$ – умовна імовірність події A одержання від комплексу вихідного ефекту на визначеному рівні якості, достатнього для вирішення j -ї транспортної задачі АТЗ за умови існування ризику створення ним дорожньої ситуації i -ї категорії.

Таким чином, якщо вихідні ефекти Φ_i комплексу нормовані (наприклад, категоріями дорожніх ситуацій), то для використання виразу (4) необхідним є визначення наступних його складових: імовірностей P_j виконання АТЗ j -х транспортних задач; імовірностей $P_{увз}(H_i)$ успішного виконання транспортної задачі АТЗ, які ранжовані за категоріями дорожніх ситуацій, умовних імовірностей $P_j(A/H_i)$ або нормованих вихідних ефектів.

Запропонований критерій ефективності експлуатації АТЗ дає можливість виробити комплексну оцінку імовірності виконання ним транспортної задачі і формально оцінити очікуваний ефект від її рішення. Практичне використання запропонованого критерію ефективності створює умови для формування керуючих заходів, спрямованих на збільшення рівня надійності комплексів „АТЗ-В-НС” і рівня БДР, рівня готовності водіїв до проведення рейсів, а також розробки заходів безпеки стосовно негативних впливів чинників навколишнього середовища.

1.Говорушенко Н.Я., Туренко А.Н. Системотехника проектирования транспортных машин. – 3-е изд., испр. и доп. – Харьков: ХНАДУ, 2004. – 208 с.

2.Системотологія на транспорті. В 5 кн. / За заг. ред. М.Ф.Дмитриченка. – К.: Знання України, 2005. Кн.1. Основи теорії систем і управління / Е.В.Гаврилов, М.Ф.Дмитриченко, В.К.Доля та ін. – 344 с.

3.Юрченко А.Н. Практика диагностирования автомобилей / Под ред. А.Н. Юрченко. – К.: НМК ВО, 1993. – 215 с.

4.Воробьев В.М. Анализ путей успешного функционирования систем управления полетом ВС ГА // Сб. науч. тр. «Авиационное оборудование. Вопросы повышения эффективности эксплуатации систем АО». – К.: КИИГА, 1987. – С.16-24.

5.Жук К.Д. Программирование жизненных циклов новой техники. – К.: Знание, 1982. – 23 с.

Отримано 12.10.2006

УДК 629.113.012.5

О.М.ЛАРІН, д-р техн. наук, В.Б.КОХАНЕНКО, канд. техн. наук
Університет цивільного захисту України, м.Харків

ЗАСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ШИН ТА ОЦІНКА ЇХ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ

Наводяться експериментальні дані розподілу температурних полів на поверхні шин. Доводиться, що температура шини може характеризувати її працездатність. Пропонується засіб визначення теплового стану шин та оцінка їх залишкового ресурсу.

Сьогодні все гостріше постає проблема контролю за технічним станом шин, які встановлені на сучасній автомобільній техніці. Шини цієї техніки експлуатуються в екстремальних умовах (на високих швидкостях руху, в умовах бездоріжжя, з підвищеними постійно діючими радіальними навантаженнями), які можуть стати причиною утворення та розвитку в шинах внутрішніх прихованих дефектів. Критичні розміри дефектів призведуть до передчасного непередбаченого припинення експлуатації шини.

Особливий інтерес викликають методи оцінки технічного стану пневматичної шини за значеннями її поверхневої температури [1-3].

Практикою встановлено, що довготривалість сучасної пневматич-